

鐵と鋼 第六年 第七號

大正九年七月二十五日發行

チタン鐵鑛の熔鑛爐作業の二三の實例

中村 幸雄

本邦に於ける砂鐵の處理法に就きては、今日迄種々研究せられつゝあれとも、本邦產の砂鐵はチタンの含有量多く、酸化チタンとして平均七乃至八%を含有し、多きは一五%に及ぶものありて、製鐵原料とする時は之あるか爲めに鐵鑛還元作業に大なる困難を惹起し、原料として使用する能はず。

さりとて、フェロチタン製造の原料とする程の品位にも非ざるを以て、之か處理法に就きては未だ研究中なりとす。然れども、砂鐵は之を適當に選鑛して、チタン含有量の微量なるものとなし、將來は當然、製鐵原料に供すべきものにして本邦に於ては、殊に其必要なるを感ず。

近年外國に於ては、含チタン鐵鑛の此方面の利用法に就きての研究盛に行はれつゝあれば其等の實驗の結果の二三に就き其概略を記し、以て參考に供せんとす。

獨逸雜誌「鐵と鋼」一九一四年第四月號に獨人シンメルバッハ氏(Simmerbach)か米國熔鑛爐操業の批評を書ける記事中に次の如き實例を掲載せり。

米國ベスレーム製鋼會社の實驗にて含チタン鐵鑛を熔鑛爐にて還元せり。其使用鑛石の分析は次の如し。

成分	チタン鐵鑛	キニールバン鐵鑛	マンガン鐵鑛
第二酸化鐵	七〇・八一		
鐵		五五・九九	四八・九一
酸化チタン	一九・七〇		

配 合 化	銅	硫 黃	硫 酸	磷 酸	磷 酸	酸化マンガン	滿 俺	苦土マグネシヤ	石 灰	礬 土	硅 酸
—			〇・二三		〇・〇九	〇・一九		二・九二	痕跡	三・七四	三・一七
—	〇・〇六	〇・三八		〇・〇三			〇・一七	一・二一	四・九四	二・三一	一二・六六
—		〇・〇三		六・〇六			八・八二	二・二一	三・〇〇	四・〇〇	八・五二

此配合比を以て鑛石を爐内に裝入するときは、チタン鐵鑛の量は裝入鑛石總量の八三五%即酸化チタンとして一六四%となる。此配合による作業一週間に得たる銑鐵及び鑛滓の成分は次の如し。

銑鐵の分析

作業月日	銑鐵中のチタン% (鑛滓中の酸化チタン%)	滿 俺%	硫 黃%	磷%	硅 素%
五月二九日	痕跡	〇・九七	〇・〇五〇	〇・一〇〇	一・二五
三〇日	同	〇・八三	〇・〇五〇	〇・〇九七	〇・七五
三一日	同	〇・九四	〇・〇四五	〇・〇九八	一・八六
六月一日	同	〇・九四	〇・〇四七	〇・〇九六	一・七〇
二日	同	〇・九六	〇・〇四八	〇・〇八五	二・〇九
三日	同	〇・八四	〇・〇三二	〇・〇八八	一・九六
平均	同	〇・八八	〇・〇四四	〇・〇九四	一・四三

次に鑛石の配合比を變して、チタン鐵鑛、キューバン鐵鑛及マンガン鐵鑛を二九及一の割合となす。

此 合に於ては、チタン鐵鑛は装入鑛石總量の一・六七%即酸化チタンとして、三・二%となる。此装入を以て作業一週間に得たる銑鐵及び鑛滓の成分の平均を次に示す。

銑鐵の分析

作業月日	銑鐵中のチタン% (鑛滓中の酸化チタン%)	滿	俺%	硫	薑%	燐%	硅	素%
一週間の平均	痕跡	二・〇一	〇・八二	〇・〇四八	〇・〇八六	一・二一		

此場合の鑛滓の成分は硅酸及び礬土合はせて四五・四五%石灰及びマグネシヤ合せて四五%なり。燃料の消費量は他の鐵鑛を熔解する場合と同量にて、且つ、爐には何等の故障を生ぜず、作業容易にしてチタン鐵鑛を混ぜざる場合と同様の工程を了へたりといふ。

同しく、米國の他の熔鑛爐にてアデイロンダック地方の含チタン滿俺鑛の四〇%を混合して装入し酸化チタンが常に装入鑛石總量の一%以上を出つることなく、鑛滓中の酸化チタンの量は二%を超過せざるか如き手配を以て作業せしに、其の結果は頗る良好なりしといふ。此場合、熔劑としては、此地方に於て安價に、且つ、容易に手に入る苦灰石を使用せしして、石灰石を使用し鑛滓中のマグネシヤの量を六—八%以下に止め、總てのチタンは之を鑛滓中に入るゝことを得て成生せられたる銑鐵も良質の品位を有せりといふ。從來滿俺鐵鑛として採用せられつゝありしものは酸化チタンを五—六%を含有する品位のものにて、其装入量は三〇%迄を限りとしてその結果は銑鐵中にチタンが二—二五%も含有せられ、且つ、熔劑として苦灰石と石灰石とを同量に使用し、前者は二〇—二二%のマグネシヤを含有せし者なりしといふ。之か爲めに、鑛滓の流動性は著しく害せられ、且つ、多量の燃料を消費し其成績極めて不良なりしといふ。

此等の結果に對して、シンメルバツハ氏は次の如く述べたり。銑鐵中のチタン含有量を低減する爲めには燃料を多量に要し、又一面に於てチタンは特種の銑鐵の外普通銑鐵にありては左迄必要なさ

ものにて、之か酸化チタンとして除去せらるゝためには頗る努力を要す。而して、鑛滓中に酸化チタンの含有量が二%を超過せざる間は何等面倒は起ること無く、又鑛滓も熔解し易く、若しマグネシヤか六%以下なれば、鑛滓の流動も圓滑なり。然るに酸化チタンの量が二%若しくは二%以上に及ぶときは、鑛滓は難熔性のものとなり、熔鐵との分離を不良ならしめ、爐内に酸化チタンの多き塊を生じ、爐壁に附着し、爐の作業に故障を起す原因となる。實際に此現象を醸出したる場合には、應急手當としては、其難熔性鑛滓の熔解點を降下せしむるために一法として、重土を含有する鐵鑛を一時裝入すれば、防ぐことを得るといふ。

之を實驗したるは、オハイオ州のコロンバス製鐵所にして、同所に於ては、チタン鐵鑛鐵の含有量五九・六五%を使用したれども、其鐵鑛中には、三一・五%の重土を含有せしため、成生したる鑛滓は流動性に富み、其成分は次の如きものなりしといふ。

硅 酸	二九・一五%	マグネシヤ	五・一〇%
礬 土	一三・四〇%	重 土	二・四五%
第一酸化鐵	〇・四〇%	硫 黃	一・八五%
石 灰	四五・一〇%		

次に、ニューヨーク、ポートヘンリーに於けるマツクアントレー製鐵會社かニューヨーク、サンホードヒル地方の廣大なる含チタン鐵鑛の鑛床より産出する鑛石を選鑛製鍊して、何程迄之を製鐵に利用し得へきかに就きて、熔鑛爐を以て、一九一四年に實驗を試みたり。其結果か一九一四年のアイアンエーシの十月號に記載せられたるあり、其概略を記す。

サンホードヒルの代表的鑛石の分析比

成 分	%
硅 酸	五・一八

第一酸化鐵	三二・〇一
第二酸化鐵	三二・二四
	鐵四七・四七

此鑛石中のチタンはチタン鐵鑛(Ilmenite)として存在せるを以て、之は非磁性體のものなれば磁力選鑛器にて選鑛し、其精鑛を集めて實驗の原料に供せり。

精鑛の分析は次の如し。

選鑛器製作所
精鑛成分

ワイザーピーシエルマン會社製 No. 2

ワイザーピーシエルマン會社製 No. 1

鑛土	四・二〇	石灰	〇・四二
酸化チタン	二一・〇二	苦土マグネシヤ	一・八六
酸化滿俺	〇・三四	アルカリ類	〇・七四
酸化ヴァナディウム	〇・三五	磷酸	〇・〇三五
クロム酸	〇・二六	硫黄	〇・二四二
鐵	五四・一一	磷	〇・〇一八
硅酸	二・五〇	黄	〇・二四二
礬土	四・六〇		
滿俺	〇・一七		
磷	痕跡		
石灰	〇・四五		
マグネシヤ	一・七九		
酸化チタン	一三・七八		
クロム酸	〇・一二三		
硫黄	〇・〇五四		

此等の中ワイザーピーシエルマン會社製 No. 2 の選鑛器より出つる精鑛が最もチタンの含有量少きを以て之を原料として、爐内に裝入する鑛石は此地方より出つるチタンの極めて微量を含む鑛石を主として、之に此精鑛を配合したり。其配合の割合は數日毎に其量を増加せり。

實驗日數

(1) 含チタン鐵鑛

六・二%

二月三日より二月五日迄

三日間

チタン鐵鑛の熔鑛爐作業の二三の實例

(2) 同	同	一二・五%	二月六日より二月一六日迄	一〇日間
(3) 同	同	一八・八%	二月一七以後	

- (1) の場合は、装入鑛石總量に對してチタンは、〇・六九四%含まる。
- (2) の場合は、装入鑛石總量に對してチタンは、一・四 %含まる。
- (3) の場合は、装入鑛石總量に對してチタンは、二・一 %含まる。
- 2) の場合の十日間の作業は鑄物銑を製造せり。此間に於て、唯一の故障は鑛滓か餘りに流動性に富み過ぎ返つて、困難したりといふ。其製品並に鑛滓の分析は次の如し。

製品の分析(%)

硅素	硫黄	燐	滿俺	チタン	結合炭素	黒鉛炭素	金炭素
一・八五	〇・〇三五	〇・六〇九	〇・四八〇	〇・五〇〇	〇・五四〇	三・二三〇	三・七七〇
二・〇〇	〇・〇二七	〇・六三二	〇・四四〇	〇・四九〇	〇・五一〇	三・二八〇	三・七九〇
二・五〇	〇・〇二一	〇・六二〇	〇・五〇〇	〇・五九五	〇・三七〇	三・三九〇	三・七六〇
三・〇〇	〇・〇二一	〇・六四二	〇・四一〇	〇・五六九	〇・二五〇	三・五七〇	三・八二〇

同時に生じたる鑛滓の分析(%)

硅酸	礬土十第一酸化鐵	酸化チタン	硫黄	石灰	マグネシヤ
二九・六〇	一四・九五	四・〇〇	二・〇五		
三一・七〇	一四・九〇	三・〇〇	一・六	四〇・三〇	九・二一
三三・〇〇	一五・三〇	四・六五	一・七五		
三一・九〇	一三・〇五	三・〇五	一・四〇		

次に可鍛銑鐵を製造したる場合の結果を擧ぐ、鑛石配合比は漸加して其成績を取る。

含チタン鐵鑛配合量

装入鑛石總量に對する酸化チタンの割合

I	一二・五%	一・四%
II	一八・八%	二・一%

あるに係はらす作業上に支障少きは注目に値すへし。

ニュージランドに於ける砂鐵

ニュージランドに於ける砂鐵は、チタンを含有すれとも其鑛床の廣大なるを以て、過去五十年前より英國政府並に民間資本家は等しく大なる興味を以て、莫大なる資本を投し之を製鐵原料とすべく努力しつゝあり。抑もニュージランドに於ける砂鐵の分布の廣大なることは測るへからざるものにして、北方バタイーより、マヌカヘツツ迄、北島西海岸一帯は此鑛床なり。就中ニューブリマウス及びバタイーに於ける砂鐵は鐵の含有量多きを以て有名にして、クリーブランド鑛床より出づるものに比して尙其品位優れるものなりといふ。一八四〇年頃英人か此地に植民せしより、直に之に着眼して製鐵に着手せり。當時は、木炭を以て鍛鐵を作るのみなりしか、一八五六年に初めて熔鑛爐を以て製鍊を試むるに至る。而して製成せられたる銑鐵は前の鍛鐵に比して、品位優れりといふ。其後砂鐵より鐵を製造する會社續出し各々特許の方法等を以て試みたれとも何れも失敗に歸せり。

然るに一九一七年に及び歐洲戰亂の結果につれ、再ひ熔鑛爐を以て之か製造を試みたり、其の作業成績か一九一九年の米國雜誌ピュレツティン、アメリカン、インステイチュート、マイニング、アンド、メタラジカルエンジニア第九月號に記載されたれば其概略を記す。

ニュージランド砂鐵分析

鐵 %

酸化チタン %

磷酸 %

(1) 四九・五六

九・二

〇・六四

(2) 三六・四

六・二

〇・二八

ニューブリマウス鑛床より産出する砂鐵分析平均 (%)

鐵

硅酸

礬土

石灰

マグネシヤ

酸化チタン

磷酸

酸化ヴァナディウム

五六・二二

六・二〇

二・〇〇

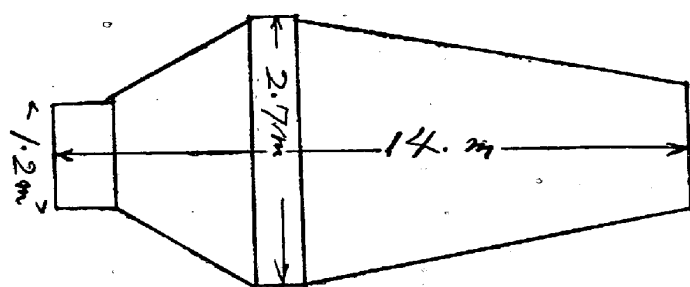
〇・六二

二・八〇

一〇・三〇

〇・七四

〇・三九



此砂鐵は、磁力選鑛器の磁力を最も弱くして尾鑛中に鐵の損失を可成大ならしむるも、精鑛の方へ混入するチタンを酸化チタンとして九%以下にすること能はず、其精鑛を熔鑛爐へ裝入するには、之を適當の大きさを有する團鑛に固結せしむること肝要なりとす、之か爲めに同所に於ては精鑛(六〇%鐵一〇%酸化チタン)に一二%の粉炭を加へ、之をカール粉碎器中にて粉碎し、同時に、兩者を密に混和し、續きて之をミルにて更に微粉末のものとなし、之を卵形に固めて團鑛となす、之をエゲット(Edgeot)と稱せり。此エゲットを熔鑛爐に裝入す。

使用せし熔鑛爐の寸法其他の附屬物は次の如し。

爐の高さ 一四米突
爐腹の徑 二・七米突
湯溜の徑 一・二米突

一日の出銑量 一五噸
羽口の數 六本
羽口の徑 三吋

朝顔部は外部より冷水を以て冷却し羽口は鑄鐵製冷却管にて冷却し羽口水準面に於て鑄鐵製冷却函を湯溜の周圍に沿ふて配置せり。

裝入物分析

エゲット成分%			石灰石成分%			ウエストポート骸炭成分%		
鐵	五〇・〇		硅	酸	四・〇	固定炭素	九三・五五	
硅	酸	五・七	礬	土	〇・九	揮發分	一・八五	
礬	土	一・八	マグネシヤ		三・一七	水分	〇・二五	
石	灰	二・八	石	灰	五四・一	灰分	四・三五	
マグネシヤ		二・〇				灰中の硫黃	〇・八五	
酸化チタン		九・〇				灰中の燐	〇・〇三五	
炭	素	一〇・〇						

此分析表より知らるゝ如く、裝入物の鑛滓成生物は酸化チタンが主なるものな

れは、鑛滓の量を増し、鑛滓中に含有せらるべき酸化チタンの割合を低減する目的を以て、之に硅酸質の岩石を加へたり。

硅酸質岩石の分析(%)

硅酸	礬土	石灰	マグネシヤ	滿庵	アルカリ類	第三酸化鐵
五三・三	二〇・四	八・一	〇・三六	〇・八六	六・六	八・一

吹入當時は骸炭一五〇〇封度に對して、鑛石七〇〇—八〇〇封度の割合なりしか漸次に鑛石配合の割合を増加し、二、〇〇〇封度迄に増加せり。送風は熱風を使用し其風壓は爐の所に於て、約一四オンスの低壓にて、溫度は一〇〇〇位に調制したり。作業の結果、吹入後最初五日間は作業順調なりしか五日目に羽口か一本焼けて、高壓の冷却水か爐内に漏出し始め、以後故障續出せり。此間鑛滓口より出づる鑛滓は鼠色の流動性に富めるものなりしか、出銑口より出づる鑛滓は、帶黒色、重き、流動性少きものを得たりといふ。

第七、第八日目には、一方の羽口の周圍の耐火煉瓦か水蒸氣を噴き出し、羽口の鑄鐵製冷却管か破損して、之より噴水せるものと思はせられたるを以て十日目に給水を止めて、爐を吹き止めたり。最後の二日間は鑛滓口より多量の熔銑出て、爐床の隆起を明かに示せりといふ。吹止め後、爐内を検せしに爐床は二呎隆起し、且つ一本の羽口の給水管破損し居りたる事實を發見せりといふ。此十日間に銑鐵九〇噸を製したり。其銑鐵及び鑛滓の分析は次の如し。

銑鐵の分析(%)

	初日	四日目	七日目	九日目
硅	八・一九	一・六三	一・四九	一・六〇
チ	〇・九八	一・六九	〇・三九	〇・四五
タ	〇・七三	〇・四五	〇・五六	〇・五七
燐				

硫 黄	〇・〇〇七	〇・〇三〇	〇・〇八〇	〇・〇九〇
磷 他	〇・二八	〇・三一	〇・四四	〇・三八
結 合 炭 素	一・五三	一・三四	一・一五	一・一四
黒 鉛 炭 素	二・〇四	二・〇七	二・八〇	二・七九
ヴァナデウム	〇・一一	〇・〇三		

鑛滓の分析(%)

	第一日	第三日	第六日
硅 酸	四三・〇	三二・四〇	三一・二九
礬 土	二〇・〇	一五・一七	一三・九〇
第一酸化鐵	—	一・一五	二・七三
石 灰	三二・六〇	三五・八〇	三七・九七
マグネシヤ	—	六・三六	六・二八
酸化チタン	—	七・〇九	七・七二
アルカリ類	—	二・〇三	—

出銑口より出てたる粘著性鑛滓の分析(%)

硅 酸	礬 土	鐵	第一酸化鐵	石 灰	マグネシヤ	酸化チタン	酸化ヴァナデウム
一五・三六	一五・四八	三五・一七	一・五三	一八・六三	二・四九	九・〇六	〇・五八

爐床隆起物分析(%)

硅 酸	鐵	礬 石	第一酸化鐵	石 灰	マグネシヤ	酸化チタン	磷 酸
一二・七〇	四三・七〇	六・七四	五・二〇	九・〇四	二・四四	一九・〇六	〇・四四

次に第二回の吹入を行ひたり。今回は青銅羽口を使用し、冷却水は低壓のものを多量に使用して、以前の鑄鐵製の冷却管を全廢したり。十一日間の作業に於て、漏水の故障は全く起らず、羽口の冷却管は吹入當時の儘にて少しも損せざりきといふ。又裝入は前回と同様なりしに五日目迄は無事にて硅素は熔鐵中に二・五%以上入りつゝありといふ。五日目の終より出銑口の開栓に故障を生し出銑量減少

し鑛滓は出てさりきといふ。次回よりの出銑は熔銑及び鑛滓は全部之を鑛滓口より出すことゝせり。第八日目には鑛滓口と同一面に於て出銑口の上部に新しく出銑口を穿ち、之より吹止め迄熔銑及び鑛滓全部を流出せしめたとも、之れ以上に爐床は隆起せさりきといふ。其際得たる熔銑は爐の裝入を變更せざるに係はらず白銑なりといふ。

之を要するに、本報告に掲載せるものは其實験の期間大概ね短時日に留まるものなるも其の得たる結果の大要を擧ぐれば左の如し。

一、爐に裝入する調合材料に於て大凡そ酸化チタン二〇%以上を含有することを好まざるか如し。
一、チタン多き調合に於ては爐底の高まる爲め採作上に不便を來すこと。(大正九年六月二十四日)

日本刀の疵に就て

(東京帝國大學工學部日本の研究室報告第二十三)

太田 熊太郎
福田 瑞二

疵の意義

刀劔の疵は廣義に云ふ時の疵と狹義に云ふ場合の疵との二種類に大別することが出来る。

廣義の疵とは即ち鍛鍊不足のものと焼直し物とか云ふもので其疵は其刀身全部に渡つてゐる所のものである。夫を見出すには鑑刀上の幾多の経験がなければ至難である。

狹義の疵と云ふのは鍛鍊の折乃至焼刃の節に自然的もしくは刀工の不注意に基因して出来たものと實戦に使用した結果出来たもの等を指すので此等の疵は皆共に部分的で何等かの形をとつて居る。